EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

EINWIRKUNG DER RÖNTGENSTRAHLEN AUF DIE LINSE.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

K. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

BOSSUET ALPHONSE

AUS GOA, OSTINDIEN.

MIT EINER DOPPELTAFEL.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1909.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

EINWIRKUNG DER RÖNTGENSTRAHLEN AUF DIE LINSE.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

K. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

BOSSUET ALPHONSE

AUS GOA, OSTINDIEN.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

MIT EINER DOPPELTAFEL.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1909.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät Würzburg.

Referent: Geh. Hofrat Prof. Dr. **Hess.**

Druck von Carl Ritter, G. m. b. H, Wiesbaden.

KARL HESS

in dauernder Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet.

Der Frage, ob und wie die Röntgenstrahlen die Linse zu schädigen vermögen, ist trotz ihrer Wichtigkeit und praktischen Bedeutung experimentell sehr wenig nachgeforscht worden. Da in der sonst ausserordentlich reichhaltigen Röntgenliteratur nur spärliche Angaben hierüber verzeichnet sind, so sei es mir gestattet, die Ergebnisse meiner Versuche als kleinen Beitrag zur Kenntnis der genannten Frage im Folgenden wiederzugeben.

Über das Verhalten normaler Linsen gegenüber Röntgenstrahlen.

Zum Verständnis der Einwirkung der Röntgenstrahlen müssen wir uns über die Natur dieser Strahlen und das Verhalten der normalen Linse zu denselben zuerst orientieren.

Wir wissen, dass die von einer Röntgenröhre ausgehenden physikalischen und chemischen Erscheinungen sehr komplizierter Natur sind, es bilden sich Entladungen der Spannungselektrizität an der Röhrenoberfläche, elektrische und elektrodynamische Wellen, Kathodenstrahlen, Wärmestrahlen, ultraviolette Strahlen, Ozon und eigentliche, unbrechbare, ausserordentlich kurzwellige Röntgenstrahlen.

Bekanntlich sind die Röntgenstrahlen im Stande Veränderungen auf organische Gewebe hervorzurufen. Als Ursache dieser Veränderungen wurde das Ozon von verschiedenen Forschern angesprochen. Die Untersuchungen von Perthes (Beeinflussung der Eier von Ascaris megalocephala durch Bestrahlung in Wasserstoffatmosphäre) widerlegten diese Annahme. Später suchte man das Agens der organischen Veränderungen in den ultravioletten Strahlen. Aber Versuche mit vollkommener Abblendung derselben bei der Bestrahlung (Birch-Hirschfeld) genügten, auch diese Anschauung hinfällig zu machen. Von den schwachen Wärmestrahlen konnte kaum die Rede sein. Ob die Röntgenstrahlen selbst, oder die Entladungen der Spannungselektrizität an der Röhrenoberfläche, oder beides kombiniert, der wirkende Faktor sind, ist noch immer unentschieden.

Über die Art der Wirkung auf organische Gewebe sind chemische, elektromechanische, trophoneurotische Theorien aufgestellt worden. Die letzteren zwei sind fast in Vergessenheit geraten und die erste ist weder erweitert noch bis jetzt angegriffen worden.

Nach den Untersuchungen verschiedener Autoren wissen wir, dass Zellen, deren evolutive Kraft, karyokinetisches Vermögen, Morphologie und Funktionen noch nicht definitiv zum Abschluss gekommen sind, (z. B. embryonale Gewebe, Tumorzellen, Epithelien) durch die Röntgenstrahlen stark beeinflusst werden können. Dieser Einfluss auf die Zelle braucht keineswegs ihre Vitalität aufzuheben und ist doch im Stande im weiteren Verlauf der organischen Entwickelung Störungen zu veranlassen.

Über das Verhalten der Linse zu den Röntgenstrahlen lässt sich aus den bisherigen Untersuchungen sehr wenig ermitteln.

Birch-Hirschfeld gibt an, dass von den brechenden Medien des Auges die Linse am meisten die Röntgenstrahlen absorbiert. Chalupecky bezieht die Absorption auf den Schwefelgehalt (0,91 $^0/_0$) der wasserfreien Linse.

Dor dagegen fand sowohl die normale durchsichtige als die durch Kochen undurchsichtig gemachte Linse für die Röntgenstrahlen fast ganz durchlässig.

Eigene Versuche.

Meine Versuche führte ich aus mit einem Röntgenapparat von 50 cm Funkenlänge, einer Stromstärke von 10 bis 12 Ampère mit verschiedenem Röhrenabstand (der kleinste betrug 3 cm und der grösste 10 cm). Die benutzte Röhre war eine mittelweiche Bauersche Röhre. Die Dauer der Bestrahlung schwankte zwischen 3 bis 90 Minuten. Die Strahlenintensität konnte ich leider nicht messen.

Die Versuche wurden an Meerschweinchen, Kaninchen und an jungen Hunden in drei Gruppen angestellt. In der ersten Gruppe kamen trächtige, in der zweiten neugeborene und in der dritten erwachsene Tiere zur Verwendung. Dieselben wurden mit Bleiplatten oder Staniol so geschützt, dass nur die zum Belichten bestimmte Gegend den Strahlen ausgesetzt war. Lidhalter etc. wurden nicht gebraucht.

Gruppe I.

Versuch 1.

Trächtiges Meerschweinchen. Bestrahlte Gegend: Bauch. Röhrenabstand: 10 cm. Datum: 2., 5. und 7. X. 08. Dauer der Bestrahlung: 15 Minuten pro Sitzung.

Nach 14 Tagen trat eine leichte Radiodermitis des Bauches ein. Am 22. X. 08 warf das Tier zwei Junge, welche tot, aber frisch gefunden wurden. Die Augen wurden gleich enukleiert und sofort mit dem Zeissschen Binokularmikroskop untersucht. Im Bereiche der Pupille des eröffneten Auges war eine Trübung der Linse vorhanden, welche nach ihrem makroskopischen Aussehen nicht sicher als pathologisch angesehen werden konnte.

Anatomische Untersuchung.

Auge 1. Linsenbefund: Die Zerstörung, welche sich in der Rindensubstanz der Linse vorfindet, ist kreisförmig und besteht aus Morgagnischen Kugeln und spindelförmiger Quellung der Fasern. Dieselbe ist stärker am hinteren Pole. Der Kern, die Übergangszone und die äquatoriale, ausserhalb des Zerstörungsringes gelegene Partie sind normal.

Auge 2. Die Zerstörung ist ebenfalls kreisförmig und findet sich in die Tiefe der Rinde gerückt. In der vorderen Corticalis liegt eine scharf begrenzte halbmondförmige Destruktionszone, während an der hinteren Rinde nur geringgradige Veränderungen bestehen. Am hinteren Pole ausserhalb des Zerstörungsringes sieht man eine leichtentartete Stelle. Die Zerstörung besteht aus Morgagnischen Kugeln und feinkörniger Masse. Das ganze Linsenbild macht den Eindruck einer ursprünglich peripher geschädigten Linse, welcher im Laufe der weiteren Entwickelung neue gesunde Fasern sich auflagerten.

Auge 3 und 4 zeigen fast dieselben Veränderungen wie die beiden oben beschriebenen Fälle.

Versuch 2.

Trächtiges Meerschweinchen. Bestrahlte Gegend: Bauch. Datum: 20., 24., 26. X. 08. Röhrenabstand: 10 cm. Dauer der Bestrahlung: 20 Minuten pro Sitzung.

Am 7. XI. 08. Wurf mit vier Jungen; davon eines hochgradig maceriert, eines tot nach einigen Stunden und die anderen zwei im Laufe des zweiten Tages auch tot. Hier konnten sechs Augen verwertet werden. Vier davon wurden geöffnet und die hinteren Flächen der Linsen mit dem Binokularmikroskop frisch untersucht. Es ergab sich keine pathologische Veränderung.

Anatomische Untersuchung.

Auge 1, 2 und 4. Die Linsensubstanz weist gegen die Mitte der Corticalis vielleicht eine leichte Quellung der Fasern am Äquator ohne

weitere besondere Veränderungen auf. Der Befund konnte aber nicht als sicher pathologisch verwertet werden.

Auge 4 und 5. Die Kapselepithelien sind schlecht gefärbt und ihre Konturen an einzelnen Stellen verwischt. Die vordere Corticalis dicht unter der Kapsel hat eine schwere Destruktion erfahren, gegen den Äquator zu ist sie in ein Vakuolenmaschenwerk zerfallen, während am Zentrum nur gequollene Fasern und einzelne Vakuolen zu finden sind. Der Kern und die hintere Corticalis sind wenig verändert.

Auge 6. Die Kapselepithelien sind stark degeneriert, teils verwischt und teils nicht erkennbar. Die vordere Corticalis ist stark verändert. Die Zerstörung ist dicht unter der Kapsel gelegen und vernichtet einen beträchtlichen Teil der genannten Corticalis, an der hinteren dagegen ist wenig Krankhaftes zu sehen. Die Veränderungen bestehen aus Quellung der Fasern und aus Vakuolen. Der Kern und die Übergangszone sind normal.

Gruppe II.

Versuch 1.

Junges Hündchen, vier Tage alt. Das Tier wurde senkrecht unter die Röhre gebracht und von vorne ohne Schutz bestrahlt. Dauer der Bestrahlung: 30 Minuten. Röhrenabstand: 10 cm. Datum 25. X. 08. Tot am 3. XI. 08.

Anatomische Untersuchung.

Linsenbefund: Das Kapselepithel ist gewuchert und zugleich hochgradig degeneriert. Die Kerne zeigen unregelmäfsige Gestalt und sind nur teilweise intensiv gefärbt. Die anteroposterior angelegten Schnitte zeigen ein interessantes Bild, welches im ersten Augenblicke an Schichtstar erinnert. Man sieht einen breiten den gesunden Linsenkern allseitig umschliessenden Degenerationsring, welcher aus Vakuolen und gequollenen Fasern besteht. Die Destruktion ist kugelförmig, sehr stark am Äquator und an der hinteren Corticalis, am geringsten dagegen an den zentralen Partien der vorderen. Der Kern, die Übergangszone und die äusserste Rindenschicht sind intakt.

Versuch 2.

Schwarzes Kaninchen, zwei Wochen alt. Bestrahlt wie Versuch 1. Datum: 27. X. 08. Dauer der Bestrahlung betrug 25 Minuten. Röhrenabstand: 10 cm.

Innerhalb zwölf Tagen starker Haarausfall, ödematöse Schwellung der Haut, starke Injektion der Bindehautgefässe. Nach 16 Tagen eitrige Konjunktivitis, Ablösung der Gesichtshaut, Haarausfall am Brustkorb, an den vorderen Pfoten und am Nacken.

Nach fünf Wochen deutliche Trübung der Linse beiderseits und beginnende Haarrestitution. Nach sieben Wochen Totalkatarakt bei sehr seichter Vorderkammer, das klinische Bild erinnert an Cataracta intumescens. Ferner Lidspalteverengerung beiderseits bei Fortbestehen der alten Konjunktivitis. Das neugewachsene Haar ist weiss. Sehr auffallend war die Erscheinung, dass das Tier an den von den Strahlen betroffenen Körperteilen stark im Wachstum zurückblieb. Der Kopf, die eine Seite des Brustkorbes und die Vorderpfoten zeigten erheblich geringere Grösse als diese Körperteile beim Kontrolltier. Getötet am 3. I. 09. Die beiden Schädelhälften zeigen bei beiden Tieren eine bemerkenswerte Grössedifferenz, wie besonders nach Maceration des Skeletts schön zu sehen ist (s. Fig. 2 und 4). Das Gehirn wog 7,5 g, dasjenige des Kontrolltieres 9 g.

Die beiden Augen des Bestrahlten zeigten Volumenverschiedenheiten. Das trotz anscheinend gleichmäſsiger Bestrahlung von vorne stärker betroffene Auge hatte 1,5 und das andere 2 ccm Inhalt. (Diejenigen des normalen Tieres 3 ccm.)

Anatomische Untersuchung.

Linsenbefund: Das Epithel der Kapsel ist völlig degeneriert. Die Kerne der Zellen sind in Kügelchen zerfallen, das Protoplasma vakuolisiert. Die äussere Rindenschicht ist ringsum dicht subkapsulär und zwar vorwiegend am Äquator und an der hinteren Corticalis zerstört. In die zerstörte Substanz der vorderen Corticalis sieht man gewuchertes Kapselepithel zapfenartig hineinragen. An der hinteren Corticalis finden sich breite Pseudoepithelschichten. Ausserdem sieht man in derselben grosse, cystenartige Gebilde, welche teils frei, teils von Pseudoepithel ausgekleidet sind. Die übrige Linsensubstanz ist wenig verändert.

Ausserdem fand sich Iritis mit hinteren Synechien, Exsudat in der vorderen Kammer. Cyclitis mit Pigmentepitheldegeneration. Schwere Veränderungen der Retina, Papillitis und Neuritis optica.

Versuch 3.

Junges Hündchen, vier Tage alt. Bestrahlung des rechten Auges und der rechten Gesichtshälfte. Dauer der Bestrahlung: 20 Minuten, Röhrenabstand: 3 cm. Datum: 27. X. 08.

Nach 10 Tagen starke Radiodermitis mit Haarausfall. Später ziemlich tief gehende Nekrose der Haut. Nach 5 Wochen Heilung der Dermitis mit Verengerung der Lidspalte, beginnender Haarwuchs an der Umgebung der bestrahlten Partie. Nach sieben Wochen starke Verengerung der Lidspalte jedoch mit vollkommen funktionierenden Lidern. Die Hornhaut leicht trüb, Präzipitate an ihrer Hinterfläche. Die Linse stark getrübt. Es findet sich jetzt hochgradige Verkleinerung der ganzen bestrahlten rechten Gesichtshälfte. Die enukleirten Augen (s. Fig. 6 III) ergeben volumetrisch folgende Differenzen; das normale Auge 3,5 ccm und das bestrahlte 1,5 ccm. Der mazerierte Schädel (s. Fig. 3) zeigt die ausserordentlich geringe Grösse der rechten Orbita und der ganzen rechten Gesichtshälfte mit Verkümmerung der Zähne an der betroffenen Seite.

Anatomische Untersuchung.

Linsenbefund: Die Kapsel ist stark degeneriert, die Zellen zeigen verwischte Konturen und sind schlecht gefärbt, an einzelnen Stellen ist das Protoplasma derselben vakuolisiert. Lebhafte Wucherung der Epithelien an der hinteren Kapsel. Die Rindensubstanz ist am Äquator und an der hinteren Fläche zerstört. In der vorderen Corticalis sieht man ziemlich tief gelegene und in Degeneration begriffene Epithelnester, die aber auf den vorliegenden Schnitten mit der Kapsel nirgends in Verbindung stehen. Grosse Pseudoepithelschichten decken unvollständig die gegen den Äquator gelegenen Defekte an der hinteren Corticalis. In den mittleren Partien derselben sind ausgedehnte Zerstörungen der Fasern vorhanden.

Regenbogenhautentzündung mit zellig-fibrinösem Belage auf der Iris. Das hintere Pigmentepithel der Regenbogenhaut ist teils losgelöst teils mit der Linsenkapsel verwachsen. Netzhautablösung.

Versuch 4.

Junger Hund, vier Tage alt. Bestrahlung des rechten Auges nebst Umgebung. Dauer der Bestrahlung: 15 Minuten. Röhrenabstand: 5 cm. Datum: 5. XI. 08. Die äussere nach der Bestrahlung aufgetretene Veränderungen fast genau wie im Versuche 3. Getötet am 5. XII. 08. Die Augen (s. Fig. 6 II und Fig 1) zeigen die gleichen Volumendifferenzen wie bei Versuch 3.

Anatomische Untersuchung.

Das Linsenkapselepithel besonders gegen den Äquator zu hochgradig verändert, stellenweise zu Grunde gegangen, und stellenweise gewuchert. Das Protoplasma ist vakuolisiert. Die Linsensubstanz ist peripher besonders an der hinteren Fläche untergegangen; an der entsprechenden Stelle eine mächtige Pseudoepithelschichte. Weitere Veränderungen der hinteren Rinde bestehen aus Vakuolen, Morgagnischen Kugeln und dem Auftreten von feinkörniger Masse.

Versuch 5.

Hündchen, sechs Tage alt. Bestrahlung des rechten Auges genau innerhalb der Orbitalgrenze. Dauer der Bestrahlung: 3 Minuten. Röhrenabstand: 5 ccm. Datum: 27. XI. 08.

Nach 12 Tagen leichte, ziemlich rasch vorübergehende Konjunktivitis, kein Haarausfall, keine beträchtliche Lidverengerung. Später deutliche Trübung der Linse. Getötet am 30. XII. 08. Die Enukleation (s. Fig. 6. IV) ergibt folgendes: Das Volumen des bestrahlten Auges betrug 1,8 ccm, das des normalen 2 ccm.

Der Schädel wurde nicht mazeriert.

Anatomische Untersuchung.

Linsenbefund: Das Kapselepithel ist schlecht gefärbt. Die Zellen weisen an einzelnen Stellen verwischte Konturen und Zerfall des Kernes auf. Die Linsensubstanz ist nicht so schwer verändert wie bei den anderen Fällen. In der vorderen Rinde sieht man etwas gequollene Fasern, am hinteren Pole dagegen ausgesprochenen Zerfall der Substanz. Leichte Iritis.

Versuch 6.

Junges Hündchen, sechs Tage alt Bestrahlung des rechten Auges während 8 Minuten. Röhrenabstand: 3 cm. Datum: 27. XI. 08. Die Veränderungen genau wie beim Versuche 5, nur mit dem Unterschiede, dass hier eine ganz leichte, sehr rasch vorübergehende, ödematöse Schwellung mit geringerem Haarausfall der bestrahlten Partie auftrat. Getötet am 31. XII. 08. Die Enukleation (s. Fig. 6 I) ergibt folgendes Volumen: das bestrahlte Auge 1,6 ccm und das normale 2 ccm.

Der mazerierte Schädel (s. Fig. 5) zeigt nur eine leichte Verkleinerung des rechten Orbitalraumes.

Anatomische Untersuchung.

Linsenbefund: Kapsel hochgradig degeneriert. Lebhafte Wucherung des Ephitels besonders auffällig an der vorderen Corticalis gegen den Äquator zu. Die Konturen dieser Zellen sind verwischt, das Protoplasma vakuolisiert und die Kerne in Kügelchen zerfallen. Die Rinde ist stark zerstört, besonders an der hinteren Corticalis gegen den Äquator zu. Man sieht grosse und kleine Vakuolen in dem Zerstörungsgebiete. Eine Schicht des Pseudoepithels, in welcher auch Vakuolen und Vakuolencysten vorhanden sind, ersetzt hier unvollständig die zerstörte Substanz. Der Linsenkern ist normal.

Gruppe III.

Die mikroskopische Untersuchung der bestrahlten Augen musste ich aus äusseren Gründen nur auf das Kapselepithel beschränken. Das Verfahren bei derselben war folgendes: Die frisch gewonnene Linse wurde zuerst in 50% Alkohol gebracht und nach kurzem Verweilen darin in absoluten Alkohol übertragen, zuletzt mit destilliertem Wasser behandelt. Die nun blasenartig sich abhebende Kapsel mit Pinzette abgetragen und in üblicher Weise gefärbt.

Versuch 1.

Erwachsenes Kaninchen. Bestrahlung beider Augen am 26. XII. 08. Dauer der Bestrahlung: 45 Minuten. Röhrenbestand: 5 cm. Getötet am 28. XII. 08. An den Augen ist klinisch und histologisch nichts Abnormes zu sehen.

Versuch 2.

Bestrahlung der Augen eines erwachsenen Meerschweinchens am 27. XI. 08. Dauer der Bestrahlung betrug 90 Minuten. Röhrenbestand: 5 cm.

Nach 14 Tagen ziemlich schwere Blepharitis nebst Keratitis. Getötet am 7. XII. 08.

Versuch 3.

Erwachsenes Meerschweinchen, Bestrahlung beider Augen am 9. XII. 08. Dauer der Bestrahlung: 45 Minuten, Röhrenabstand 5 cm. Getötet am 20. XII. 08. Klinisch: Konjunktivitis, sonst nichts Auffälliges.

Versuch 4.

45 Minuten dauernde Bestrahlung beider Augen eines erwachsenen Kaninchens am 27. XII. 08. Röhrenabstand: 5 cm. Getötet am 29. I. 09. 16 Tage nach Bestrahlung leichte Konjunktivitis, welche bis zur Enukleation fortbestand.

Mikroskopische Untersuchung der Versuche 2, 3 und 4: Die Konturen der Kapselepithelzellen sind verwischt, die Kerne haben eigentümliche Gestaltveränderung erfahren und sind zum Teil in kleine starkgefärbte Kügelchen zerfallen. Bei Fall 4, finden sich Zellen in der äquatorialen Gegend der Kapsel, deren Protoplasma vakuolisiert ist.

Die Degenerationserscheinungen sind in der Äquatorialgegend am ausgedehntesten, während die zentralen Teile des Kapselepithels wenig oder gar keine krankhafte Veränderung zeigen. Die kürzeste Zeit zwischen der Bestrahlung und dem Auftreten der Degenerationserscheinungen in den Zellen betrug bei meinen Versuchen 11 bis 12 Tage.

Epikrise.

Überblicken wir die nachgewiesenen Veränderungen der Linse in allen drei Gruppen, so können wir dieselben zweifellos auf die Röntgenbestrahlung zurückführen. Dass die Röntgenstrahlen die Linse zu schädigen vermögen, ist eine Tatsache, die v. Hippel für embryonales, und von Tribondeau und Belley für neugeborenes Material festgestellt worden ist. Es fehlte aber bisher noch ein Beweis, dass auch die ausgewachsene Linse durch Röntgenstrahlen geschädigt werden könne. Die bisherige Meinung, dass die genannten Strahlen für die Linse ausgewachsener Tiere ungefährlich seien, beruhte wohl darauf, dass den Veränderungen der Linse nach Bestrahlung in den früheren Arbeiten weniger Interesse zugewendet wurde. Neuerdings aber mussten auch einige klinische Beobachtungen an der Annahme, dass die Röntgenstrahlen für die Linse indifferent seien, Zweifel erwecken. Guttmann und Treutler teilen je einen Fall von umschriebenen Linsentrübungen bei Angestellten von Röntgenlaboratorien mit und später beschrieb Birch-Hirschfeld einen Fall von Linsentrübung bei einem wegen Cancroides des Augenlides bestrahlten Patienten. Der Guttmannsche Fall betraf einen jungen, gesunden Ingenieur, der sich viel mit Röntgenlicht beschäftigte und danach Sehstörungen verspürte. Guttmann fand Tropfenbildung in der hinteren Corticalis beider Augen, welche nach seiner Angabe stationär blieb. Treutlers Patient war Angestellter eines Röntgen-

laboratoriums und bekam beiderseits hintere Polarkatarakt. Der Kranke von Birsch-Hirschfeld bekam erst geraume Zeit nach der Bestrahlung Rindenstar.

Wenn bisher nur diese klinischen Beobachtungen bei Anwendung von Röntgenstrahlen wegen der möglichen Gefährdung der Linse zur Vorsicht mahnen, so führen die Ergebnisse meiner Versuche den experimentellen Nachweis, dass jene klinisch beobachteten Linsentrübungen nach Röntgenbelichtung mit Sicherheit auf die Einwirkung der Röntgenstrahlen als den schädigenden Faktor zurückzuführen sind.

Wenn auch meine Untersuchungen aus Gruppe 3 nur Veränderungen der Linsenkapsel betreffen, so dürfen doch die nachgewiesenen Epithelveränderungen als Anzeichen beginnender bezw. schon vorhandener Schädigung der Linse angesehen werden. Diese Annahme stützt sich wesentlich auf die Befunde von Hess bei gewissen Altersstarformen und experimenteller Naphtalin-, Blitz- und Massagekatarakt, wo gleichfalls den eigentlichen Trübungen der Linse primäre epitheliale Veränderungen vorausgingen, ausserdem auch auf die von Hess nachgewiesene Schädigung des Kapselepithels nach Bestrahlung mit der Uviollampe.

Im ganzen bieten die Ergebnisse meiner Versuche folgende charakteristische Merkmale, auf die ich etwas näher eingehen möchte:

Es findet sich eine mehr oder weniger schwere Degeneration des Kapselepithels und der Rindensubstanz, welche jeweils am Äquator und in der hinteren Corticalis am stärksten ausgesprochen ist.

Neben diesen degenerativen Veränderungen finden wir überall auch schon lebhafte Regenerationsvorgänge im Linsenepithel, welche bis zur Bildung grosser Zellkomplexe in Form von Epithelnester und von »Pseudoepithelschichten« führen.

Schliesslich beobachten wir noch das Auftreten von degenerativen Veränderungen in dem neugebildeten Gewebe selbst.

Das Zustandekommen der angeführten typischen Veränderungen kann man sich folgenderweise vorstellen:

Die Schädigung des Epithels und der Rindensubstanz ist direkte Folge der Strahlen. Die vorwiegende Zerstörung am Äquator und an der hinteren Corticalis findet vielleicht dadurch ihre Erklärung, dass hier die jüngsten Elemente leichter dem schädigenden Einflusse unterliegen als die übrigen.

Die Wucherung der Epithelien mag durch direkte Reizwirkung der Strahlen auf die Zellen zu Stande gekommen sein. Wir können

uns aber auch vorstellen, dass diese Bildung auf eine regenerative Tendenz der überlebenden Nachbarzellen beruhe, wodurch eine plastische Deckung des durch Degeneration entstandenen Substanzverlustes angestrebt wird. Somit können solche Zellproliferationen wohl eine Art Ansatz zu Selbstheilung der erkrankten Linse darstellen.

Die Pseudoepithelschichten auf der hinteren Linsenfläche sind wahrscheinlich aus den vor den meridionalen Reihen des Linsen-Äquators gelegenen Zellelementen, welchen ja auch beim normalen Auge vorwiegend die Bildung neuer Zellen zukommt, hervorgegangen. Eine solche Epithelisirung der hinteren Linsenfläche ist ja bei seniler und verschiedenen experimentellen Katarakten (Hess) oft beobachtet worden.

Zuletzt seien hier noch die von uns beobachteten Hemmungen, im Wachstum von Auge, Orbita und Zähnen etc. erwähnt. Auch diese gewaltigen Wachstumsstörungen haben wir als einen durch hemmenden Einfluss der Röntgenstrahlen auf das junge Gewebe hervorgerufenen Zustand aufgefasst.

Wir haben nun gesehen, dass die Röntgenstrahlen für Linse sowohl der jungen als der erwachsenen Tiere gefährlich sind. Wir sind aber nicht im Stande wirklich exakte Beziehungen zwischen Bestrahlung und biologischer Wirkung aufzustellen, und zwar deswegen nicht, weil die hier in Betracht kommenden Momente (z. B. die individuelle Empfindlichkeit, Alter und Absorptionsverhältnis der Linse, Intensität der Strahlen, Weichheit oder Härte der Röhre, Röhrenabstand etc.) ausserordentlich schwankend sind, und keineswegs dem Grade der Wirkungen auf das Gewebe proportional gestellt werden können. Im allgemeinen lässt sich nur sagen, dass die schädliche Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Gewebe um so grösser, je jünger die Zelle ist.

Der Ansicht von Tribondeau und Belley, dass die Organe des erwachsenen Tieres gegenüber der Einwirkung der Röntgenstrahlen refraktär seien, können wir nicht beipflichten. Die genannten Autoren gründen ihre Ansicht auf Untersuchungen von Birch-Hirschfeld, wo keine Linsentrübungen zur Beobachtung kamen. Tribondeau und Belley selbst haben keine Untersuchungen an der Linse erwachsener Tiere angestellt. Sie schreiben ferner: »Si la cataracte ne se produit pas chez l'adulte et est constante chez le jeune chat, c'est parce que les cellules de l'épithélium sont, chez ce dernier, en grande activité évolutitive, édificatrice, et n'ont pas un rôle purement nutritif.« Es ist bekannt, dass die Zellen der Linse bis in ihr höchstes Alter hinein die

Funktionen wachsender Zellen mit ädifikativer Kraft noch besitzen und keineswegs nur nutritive Aufgabe haben. Unsere Untersuchungen bestätigen den Satz von dem schädigenden Einfluss der Röntgenstrahlen auf junge Zellen dadurch, dass auch die Linsenelemente des erwachsenen Tieres dieser Schädigung unterliegen.

Literaturverzeichnis.

1. Birch-Hirschfeld, Die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf das Auge. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm., Bd. LIX, 1904.
2. Birch-Hirschfeld, Zur Wirkung der Röntgenstrahlen auf das menschliche Auge. Klin. Monatsblätter f. Augenheilkunde XLVI, 1908, II.
3. C. Hess, Pathologie und Therapie des Linsensystems. Handbuch der Augenheilkunde.
4. v. Hippel, Über experimentelle Erzeugung von angeborenem Star bei Kaninchen nebst Bemerkungen über gleichzeitig beobachteten Mikrophthalmus und Lidkolobom. v. Graefe's Arch. f. Ophthalm. Bd. LXV, 1907.
5. Guttmann, Sitzungsber. der 32. Vers. d. Ophthalmol. Gesellsch. Heidelberg 1905, S. 357.
6. Treutler, Sitzungsber. der 31. Ophthalmol. Vers. Heidelberg 1905, S. 358.
7. Tribondeau et Belley, Action des Rayons X sur l'oeil en voie de développement. Archives d'électricité médicale par Bergonié, No. 227 Decembre 1907.

Im übrigen verweise ich auf die erstgenannte Arbeit von Birch-Hirschfeld, Seite 306.

Curriculum vitae.

Ich Bossuet Alphonse, portugiesischer Untertan, bin geboren am 28. Oktober 1881 zu Goa (Ostindien) als Sohn des Beamten Emygdio und seiner Ehegattin Lucinda. Mit der Absicht Theologie zu studieren, hatte ich das Gymnasialstudium im k. Seminarium zu Rachol in Goa im Jahre 1899 absolviert. Nun widmete ich mich aber den philologischen Studien in Britisch-Indien und machte zugleich eine englische Regierungsprüfung für öffentlichen Dienst mit Auszeichnung und Preisstipendium. Im Jahre 1902 begann ich mein medizinisches Studium in der Hyderabader medizinischen Schule. Vom Jahre 1904 bezog ich ohne Unterbrechung die folgenden Universitäten in Europa: Wien (3 Semester), Berlin (2 Semester), Heidelberg (2 Semester) und Würzburg (3 Semester).

Vorstehende Dissertation habe ich als Preisaufgabe selbständig verfasst.

Allen meinen hochverehrten Lehrern sage ich an dieser Stelle meinen innigsten Dank.